

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 3 月 22 日 (22.03.2001)

PCT

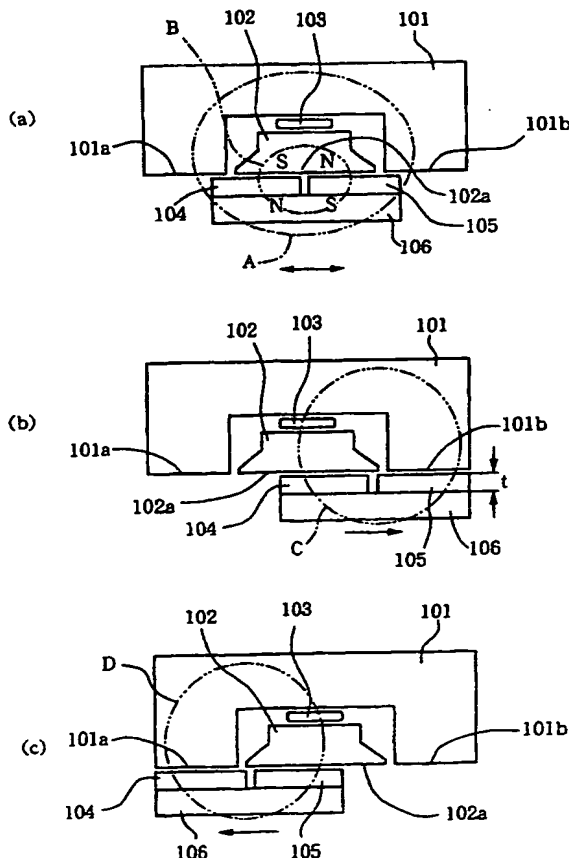
(10) 国際公開番号
WO 01/20250 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G01B 7/00, 7/30, G01D 5/14 101-0021 東京都千代田区外神田6丁目13番11号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/05842
- (22) 国際出願日: 2000 年 8 月 29 日 (29.08.2000) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 連 哲朗 (MURAJI, Tetsuo) [JP/JP]. 関谷 満 (SEKIYA, Mitsuru) [JP/JP]; 〒250-0055 神奈川県小田原市久野2480番地 株式会社 ミクニ 小田原事業所内 Kanagawa (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願平11/255409 1999 年 9 月 9 日 (09.09.1999) JP (81) 指定国 (国内): US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ミクニ (MIKUNI CORPORATION) [JP/JP]; 〒 添付公開書類: (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB, IT).
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: NONCONTACT POSITION SENSOR

(54) 発明の名称: 非接触式ポジションセンサ



(57) Abstract: A noncontact position sensor comprising a first stator (101) having two faces (101a, 101b) facing a magnet, a second stator (102) having a face (102a) facing the magnet on a line connecting the former two faces, a Hall element (103) provided between the first and second stators, and two magnets (104) and (105) which are freely movable along the line while facing the three faces and which are adjacent to each other along the line. By constituting this, a common basic structure as a sensor is achieved. If this sensor is used as a rotary sensor, the use angle can be arbitrarily set. If it is used as a linear sensor, the leakage flux does not increase even if the thicknesses of the magnets are increased.

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本装置によれば、2つの磁石対向辺101a, 101bを有する第1ステータ101と、上記2つの磁石対向辺を結ぶ軌跡上に1つの磁石対向辺102aを有する第2ステータ102と、上記第1、第2ステータ間に設けられたホール素子103と、上記3つの磁石対向辺と対向するように上記軌跡に沿って移動自在であるとともに上記軌跡の方向に隣接配置された2つの磁石104, 105と、を有する。これにより、センサとしての基本的な構成が共通し、ロータリセンサに適用した場合は任意の使用角度を設定でき、リニアセンサに適用した場合は磁石の厚さを厚くしても漏れ磁束が増加することのない非接触式ポジションセンサを提供する。

明細書

非接触式ポジションセンサ

5

技術分野

本発明は、磁束変化を検出して電圧に変換するホール素子を用いた非接触式ポジションセンサに関し、特に、磁石に向き合う磁石対向辺が3つあるステータを用いたセンサに関する。

10

背景技術

ホール素子を用いた非接触式ポジションセンサとしては、ロータリーセンサとリニアセンサとがある。図26は、特開平8-35809号に記載された従来のロータリーセンサの中央断面図である。同図に示すように、結合軸1は、最外側に円筒型のロータ2を有し、このロータ2の内側には、円筒型の永久磁石3が固定されている。永久磁石3の内側には、永久磁石3から若干の隙間を設けて半円型をした2つのステータ4、5が固定される。ステータ4、5の間には、直径方向に伸びる隙間6が形成され、この隙間6の中にホール素子7がある。

ステータ4、5の周りを円筒型のロータ2と永久磁石3とが回転すると、ホール素子7を通過する磁束が変化し、この磁束の変化がホール素子7の電圧の変化となって表れ、この電圧の変化を測定することによって、ロータ2の回転角度を測定することができることになる。

図27は、特表平7-500421号に記載されたりニアセンサの構成を示す。このセンサは、ホール素子11と、このホール素子11を挟んで設けられたステータ12、13と、可動磁石14とを有し、可動磁石14のステータ12、13と反対側にもう一つのステータ15を設け

た構成となっている。

可動磁石 1 4 はスライダ 1 6 に取り付けられ、スライダ 1 6 がその長手方向に移動する。可動磁石 1 4 が (a) のようにステータ 1 2, 1 3 の中間にあると、2 つの磁気回路 A, B が対称的に形成され、中心に位置するホール素子 1 1 を通過する磁束は 0 となる。可動磁石 1 4 が (b) に示すように右に移動すると、磁気回路 A, B のバランスが崩れ、ホール素子 1 1 は磁気回路 A に含まれるので、この間の磁束の変化が検知され、スライダ 1 6 の移動長さを知ることができる。可動磁石 1 4 が (c) に示すように左に移動すると、ホール素子 1 1 は、磁気回路 B に含まれ、この間の磁束の変化からスライダ 1 6 の位置を検知できることになる。

これらの従来例において、図 2 6 のロータリーセンサは、環状の永久磁石を使用しているので、出力特性角は 180° サイクルで出力勾配が設定される。そのうち使用可能角は 150° 程度となり、 150° 以下で使用する場合は、それだけ分解能が低下するという問題があった。

一方、図 2 7 のリニアセンサでは、可動磁石 1 4 の厚さもが厚くなると、ステータ 1 2, 1 3 と、ステータ 1 5 との距離は大きくなり、漏れ磁束が増加し出力値の直進性が悪化してしまう。これを避けるために厚さを薄くすると、磁力が弱くなって所定の感度を得られなくなる、という問題があった。

本発明は、上記の問題の解決を図ったもので、センサとしての基本的な構成が共通し、ロータリーセンサに適用した場合は、任意の使用角度を設定でき、リニアセンサに適用した場合は、磁石の厚さを厚くしても漏れ磁束が増加することのない非接触式ポジションセンサを提供することを目的としている。

上記の目的を達成するために本発明の非接触式ポジションセンサは、
2つの磁石対向辺を有する第1ステータと、上記2つの磁石対向辺を結
ぶ軌跡上に1つの磁石対向辺を有する第2ステータと、上記第1、第2
ステータ間に設けられたホール素子と、上記3つの磁石対向辺と対向す
5 るように上記軌跡に沿って移動自在であるとともに上記軌跡の方向に隣
接配置された2つの磁石と、を有することを特徴としている。

リニアセンサとしては、上記磁石が板状磁石であってスライダに保持
され、該スライダが直線の軌跡に沿って進退可能である構成を特徴とし
ている。ロータリセンサとしては、上記磁石が湾曲した磁石であってロ
ータに保持され、該ロータが円弧の軌跡に沿って回転可能である構成を
10 特徴としている。

また、リニアセンサの場合、上記第1、第2ステータをケース内に収
容するとともに、該ケース内に上記磁石と第1、第2ステータとの距離
を一定に保つ案内部と上記スライダを進退自在に支持する軸受部とを形
15 成した構成としてもよい。

このとき、上記案内部が、ケース内に形成されたレールと、スライダ
に設けられた1又は2以上のコロとを有する構成としたり、上記コロが
上記2つの磁石の重心位置近くにあつて、スライダの進退方向と直交す
る方向に一对設けられている構成とすることができる。

20 ロータリセンサの場合、上記第1、第2ステータをケース内に收容し、
該ケースのカバーにガイドピンを立設して該ガイドピンで第1ステータ
を貫通保持するとともに、第1ステータを貫通したガイドピンに上記ロー
タを回転自在に軸支させた構成とすることができる。

または、上記第1、第2ステータをケース内に收容し、上記ロータに
25 中空結合部を形成し、上記ケースに上記ロータの中空結合部と嵌合する
突起部を設けた構成としてもよい。

上記のリニアセンサやロータリセンサにおいて、上記第1、第2ステータの上記軌跡と直交する方向の幅と、上記可動磁石の軌跡と直交する方向の幅とがほぼ同じである構成とすることが望ましい。

リニアセンサにおいて、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの磁石対向辺の長さを $S a 1$, $S a 2$ 第2ステータの磁石対向辺の長さを $S a 3$ 、2つの磁石の長さを $M a 1$, $M a 2$ 、磁石間の隙間を $G a 1$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G a 2$, $G a 3$ とし、磁石のストロークを $2 L$ とした場合、

$$\begin{aligned} 10 \quad & M a 1 = M a 2 = 2 L - G a 1 \\ & G a 1 = G a 2 = G a 3 \\ & S a 1 = S a 2 = S a 3 = M a 1 \end{aligned}$$

という構成が最も高感度となる。

同じく、リニアセンサにおいて、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの2つの磁石対向辺の長さを $S b 1$, $S b 2$ 、第2ステータの磁石対向辺の長さを $S b 3$ 、2つの磁石の長さを $M b 1$, $M b 2$ 、磁石間の隙間を $G b 1$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G b 2$, $G b 3$ とし、磁石のストロークを $2 L$ とした場合、

$$\begin{aligned} 20 \quad & M b 1 = M b 2 = L - G b 1 / 2 \\ & G b 1 = G b 2 = G b 3 \\ & S b 1 = S b 2 = S b 3 / 2 = M b 1 \end{aligned}$$

という構成が最もコンパクトとなる。

ロータリセンサでは、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの2つの磁石対向辺の中心角を $S \theta a 1$, $S \theta a 2$ 、第2ステータの磁石対向辺の

中心角を $S\theta a 3$ 、2つの磁石の中心角を $M\theta a 1$ 、 $M\theta a 2$ 、磁石間の隙間を $G\theta a 1$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G\theta a 2$ 、 $G\theta a 3$ とし、磁石のストロークを 2θ とした場合、

$$M\theta a 1 = M\theta a 2 = 2\theta - G\theta a 1$$

5 $G\theta a 1 = G\theta a 2 = G\theta a 3$

$$S\theta a 1 = S\theta a 2 = S\theta a 3 = M\theta a 1$$

という構成が最も高感度となる。

また、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの2つの磁石対向辺の中心角を $S\theta b 1$ 、 $S\theta b 2$ 第2ステータの磁石対向辺の中心角を $S\theta b 3$ 、2つの磁石の中心角を $M\theta b 1$ 、 $M\theta b 2$ 、磁石間の隙間を $G\theta b 1$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G\theta b 2$ 、 $G\theta b 3$ とし、磁石のストロークを 2θ とした場合、

$$M\theta b 1 = M\theta b 2 = \theta - G\theta b 1 / 2$$

15 $G\theta b 1 = G\theta b 2 = G\theta b 3$

$$S\theta b 1 = S\theta b 2 = S\theta b 3 / 2 = M\theta b 1$$

という構成が最もコンパクトになる。

さらに、第1ステータと第2ステータ間のホール素子が挿入される隙間の間隔が、磁石間の隙間及び3つの磁石対向辺間の隙間と等しい構成
20 とすることが望ましい。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の非接触式ポジションセンサをリニアセンサに適用した場合の構成を示す図である。

25 図2は、本発明の非接触式ポジションセンサを角度センサに適用した場合の構成を示す図である。

図 3 は、非接触式ポジションセンサを実際のリニアセンサに適用した組立図で、(a) はセンサ中央の断面図、(b) は (a) の I-I 断面図である。

図 4 は、本発明の非接触式ポジションセンサを実際のロータリーセンサに適用した組立図である。

図 5 は、ロータリーセンサの別の実施例を示す図で、(a) は中心の断面図、(b) は (a) の II-II 断面図、(c) は (a) の III-III から見た図である。

図 6 は、本発明の非接触ポジションセンサの変位量と出力の関係を示す線図である。

図 7 は、本発明のリニア型非接触式ポジションセンサで、最も感度が良くなる実施例を示す図である。

図 8 は、磁石の長さ l とリニアリティとの関係を示す線図である。

図 9 は、センサのストローク L と磁石の長さ $M a 1$ とが感度のリニアリティに与える影響を示す線図である。

図 10 は、隙間 $G a 2$, $G a 3$ とリニアリティの関係を示す線図である。

図 11 は、第 1 と第 2 ステータ間の隙間 T と隙間 $G a 2$, $G a 3$ との関係を示す線図である。

図 12 は、隙間 $G a 1$, $G a 2$, $G a 3$ とリニアリティの関係を示す線図である。

図 13 は、第 2 ステータの磁石対向辺の長さ $S a 1$ と可動磁石の長さ $M a 1$ との関係を示す線図である。

図 14 は、磁石対向辺の長さ $S a 1$, $S a 2$, $S a 3$ と、ストローク L との関係を示す線図である。

図 15 は、本発明のリニア型非接触式ポジションセンサで、最もコン

パクトになる実施例を示す図である。

図 1 6 は、可動磁石の長さ $Mb1$ とストローク L との関係を示す線図である。

図 1 7 は、隙間 $Gb2$, $Gb3$ の関係を示す線図である。

- 5 図 1 8 は、第 2 ステータの長さ $Sb3$ と、可動磁石の長さ $Mb1$ 及びストローク L との関係を示す線図である。

図 1 9 は、磁石対向辺 $Sb1$, $Sb2$, $Sb3$ の大きさの関係を示す線図である。

- 10 図 2 0 は、最も感度の良いリニアセンサの磁気回路の発生状況を示す図である。

図 2 1 は、最もコンパクトなリニアセンサの磁気回路の発生状況を示す図である。

図 2 2 は、本発明のロータリ型非接触式ポジションセンサで、最も感度良くなる実施例を示す図である。

- 15 図 2 3 は、本発明のロータリ型非接触式ポジションセンサで、最もコンパクトな実施例を示す図である。

図 2 4 は、最も感度の良いロータリセンサの磁気回路の発生状況を示す図である。

- 20 図 2 5 は、最もコンパクトなロータリセンサの磁気回路の発生状況を示す図である。

図 2 6 は、従来のリニアセンサの構成を示す図である。

図 2 7 は、従来のロータリセンサの構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- 25 以下に本発明の非接触式ポジションセンサを図面を用いて説明する。

図 1 は本発明の非接触式ポジションセンサの基本構成を示す図で、リ

ニアセンサに適用した例を示す。本発明のセンサは、第1ステータ101と、第2ステータ102と、これらの間に配置されたホール素子103と、これらに対向して配置された可動磁石104、105と、可動磁石を結合するスライダ106とで構成される。第1ステータ101は、
5 「コ」字型で、両側に磁石対向辺101a、101bを有し、第2ステータ102は、ただ1つの磁石対向辺102aを有し、これら3つの磁石対向辺101a、101b、102aは、一つの直線上に配置されている。第1、第2ステータ101、102とホール素子103の配置は、鏡面对称である。スライダ106は、図の矢符号で示すように、その長
10 手方向に進退可能で、その移動量が、このセンサによって検知される。

可動磁石104、105は、若干の隙間を介して配置された同じ長さの板状磁石で、その厚さ方向に磁極N、Sが形成され、可動磁石104と105とでは、磁極が反対になるように図示のように配置される。このような磁極の配置は、以下に記載する他の実施例でも同様となっている。
15 る。

図1(a)に示すように可動磁石104、105が丁度中央にある場合、可動磁石104、105と第1ステータ101とによって磁気回路Aが形成され、可動磁石104、105と第2ステータ102とによって磁気回路Bが形成され、ホール素子103を通過する磁束は0となる。
20 図1(b)に示すように可動磁石104、105が右端にくると、可動磁石と第1、第2ステータ101、102の右側とで磁気回路Cが形成され、ホール素子103を磁束が通過する。ホール素子103を通過する磁束は、(a)の0から可動磁石が右に移動するに連れて徐々に増加し、(b)で最大となる。そして、磁束の変化に応じた電圧を出力し、可
25 動磁石の位置、すなわち、スライダ106の位置を検知できることになる。

図 1 (c) に示すように可動磁石 104, 105 が左端に移動すると、第 1 ステータ 101 の左側に偏った磁気回路 D が形成される。この磁束の方向は磁気回路 C とは逆向きになるので、スライダ 106 の右方向の移動量をプラスとすれば、この (c) の左方向への移動はマイナスとして検知される。

上記図 1 の非接触式ポジションセンサは、次の特性を有する。

- ①磁気回路が閉ループで構成されており、磁束の漏れがすくない。
- ②スライダ 106 は磁力によりその移動方向と直角方向にはずれにくい
ため出力変動が少ない。
- ③可動磁石 104, 105 の厚さ t が厚くなっても、磁束漏れが増すことはない。
- ④スライダ 106 が常に第 1、第 2 ステータ 101, 102 側に吸い寄せられているので、振動を受けても動きにくい。

図 2 は図 1 の非接触式ポジションセンサを角度センサに適用した実施例である。この非接触式ポジションセンサ 110 は、2 つの磁石対向辺 111a, 111b を備えた第 1 ステータと、1 つの磁石対向辺 112a を備えた第 2 ステータと、これらの間に配置されたホール素子 113 と、可動磁石 114, 115 と、これら可動磁石を固定するロータ 116 とから構成される。

3 つの磁石対向辺 111a, 111b, 112a は、同一の円弧上に配置され、全体ではほぼ半円を形成している。一方、可動磁石 114, 115 は、磁石対向辺の円弧と同じ曲率中心を持つ湾曲した板状磁石で、円弧に沿って配置され、ロータ 116 はこの円弧に沿って矢印のように回転する。

この実施例でも、可動磁石 114, 115 が円弧に沿って移動すると、図 1 と同じように磁気回路 A, B, C, D に相当するものが形成され、

ホール素子 1 1 3 を通過する磁束が変化し、これを検知することでロータ 1 1 6 の回転角度を検出することができることになる。

図 3 は、本発明の非接触式ポジションセンサを実際のリニアセンサに適用した組立図で、(a) はセンサ中央の断面図、(b) は (a) の I - I 断面図である。これらの図において、センサのケース 1 2 0 内の空間に、第 1 ステータ 1 2 1 と第 2 ステータ 1 2 2 が收容され、これらの間にホール素子 1 2 3 が配置される。可動磁石 1 2 4, 1 2 5 は、スライダ 1 2 6 内の第 3 ステータ 1 2 6 a に貼付され、第 1、第 2 ステータ 1 2 1, 1 2 2 に対面するように收容される。

スライダ 1 2 6 の両側にはコロ 1 2 6 b があり、ケース 1 2 0 内に形成されたレール 1 2 7 上を転動自在となっている。また、スライダ 1 2 6 のステータに面する側と反対側には、スプリング受部 1 2 6 c があり、ケース 1 2 0 内に形成されたスプリング受部 1 2 0 a との間にコイルスプリング 1 2 8 を嵌装し、スライダ 1 2 6 を常に、図の下方に向けて付勢している。

以上の構成において、スライダ 1 2 6 は、ケース 1 2 0 の軸受 1 2 0 b に支持され、可動磁石 1 2 4, 1 2 5 が第 1、第 2 ステータ 1 2 1, 1 2 2 を吸引したとき、コロ 1 2 6 b がレール 1 2 7 に接触することでそれ以上ステータ 1 2 1, 1 2 2 に近づくことができなくなる。コロ 1 2 6 は、可動磁石 1 2 4, 1 2 5 と第 3 ステータ 1 2 6 a の重心近くに設けられていることから、左右一対で安定して支持できるが、可動磁石 1 2 4, 1 2 5 の上下両端近くに一対づつ、計 4 個設ける構成等、他の構成としてもよい。また、軸受 1 2 0 b とスライダ 1 2 6 との間にガタツキがあっても、上記のコロ 1 2 6 b とレール 1 2 7 との支持により支障を生じることはない。

スライダ 1 2 6 は、可動磁石 1 2 4, 1 2 5 によってステータの中心

に吸引されるため、スライダ 1 2 6 が可動磁石 1 2 4, 1 2 5 の吸引方向と直角方向にズレることはない。しかしながら、第 1、第 2 ステータ 1 2 1, 1 2 2 の移動方向と直交する方向の幅 H と、可動磁石 1 2 4, 1 2 5 の同じ方向の幅 h とをほぼ等しくしておくことが最も望ましい。

- 5 以上のように、本発明の実施例では、スライダ 1 2 6 を、一対又は複数対のコロ 1 2 6 とレール 1 2 7 とにより支持し、さらに、軸受 1 2 0 b において支持したので、寸法の誤差等が生じてスライダを安定して支持でき、スムーズに摺動させることが可能となった。また、外部から振動を受けてスライダと可動磁石に荷重が発生しても、その荷重がスライダの軸受 1 2 0 b に殆ど加わらないので、軸受けの摩耗が少ない。さらに、一対のコロ 1 2 6 と軸受 1 2 0 b で支持する構成なので、メカニカル・ヒステリシスが小さく、したがって、作動時の出力ヒステリシスも小さい。

- 15 図 4 は、本発明の非接触式ポジションセンサを実際のロータリーセンサに適用した組立図である。同図においてケース 1 3 0 内には、第 1 ステータ 1 3 1、第 2 ステータ 1 3 2 があり、これらの間にホール素子 1 3 3 が挿入されている。

- 20 ケース 1 3 0 内のこれらが嵌装される空間は、カバー 1 3 7 で閉止されるが、このカバー 1 3 7 にはロータ 1 3 6 を回動自在に支持するガイドピン 1 3 7 a と、第 2 ステータ 1 3 2 を固定するピン 1 3 7 b とがある。ガイドピン 1 3 7 a は第 1 ステータ 1 3 1 を貫通支持し、貫通した先にロータ 1 3 6 が回動自在に嵌合される。もう一方のピン 1 3 7 b には、第 2 ステータ 1 3 2 が嵌合固定される。また、ロータ 1 3 6 とケース 1 3 0 との間の空間には渦巻き状のバネ 1 3 8 が嵌装され、ロータ 1 3 6 がガイドピン 1 3 7 a を軸として一方向に回転するように常時付勢している。図示しないが、ロータ 1 3 6 の回転を所定の位置で止めるた
- 25

めのストッパが設けられている。

ロータ 1 3 6 は、その一部が第 2 ステータ 1 3 2 と対向する位置まで延設され、ここに第 3 のステータ 1 3 6 a が嵌装され、第 3 のステータには円弧状の 2 つの可動磁石 1 3 4, 1 3 5 を 1 つの円弧に沿って配置
5 する。

第 1、第 2 ステータ、可動磁石、ロータの位置関係は、図 2 に示したものと基本的には同じである。

以上の構成であるから、可動磁石 1 3 4, 1 3 5 は、ガイドピン 1 3 7 a を中心に回転し、第 1、第 2 ステータ 1 3 1, 1 3 2 の磁石対向辺
10 が形成する円弧に沿って移動する。

ガイドピン 1 3 7 a とロータ 1 3 6 との嵌合部にガタツキがあつて、可動磁石 1 3 4, 1 3 5 に磁石の吸引方向のずれが生じた場合、可動磁石 1 3 4, 1 3 5 と第 1、第 2 ステータとの間で吸引するので、ガタツキの一方に片寄せられ、出力精度への影響が小さくなり、作動ヒステリ
15 シスも殆ど無く、作動に影響を与えることはない。

ロータ 1 3 6 のずれが吸引方向と直角方向に生じた場合、これはガイドピンのスラスト方向のずれとなるが、可動磁石 1 3 4, 1 3 5 と第 1、第 2 ステータ 1 3 1, 1 3 2 の位相が一致するように規制され、スラスト方向のガタツキも吸収される。

20 図 5 は、図 4 と同じくロータリセンサの実施例であるが、この実施例は、ガイドピンを使用しない例である。(a) は中心の断面図、(b) は (a) の II-II 断面図、(c) は (a) の III-III から見た図で、図 2 に対応する図である。

ケース 1 4 0 内には、第 1 ステータ 1 4 1 と第 2 ステータ 1 4 2 が円
25 弧に沿って配置され、これらの間にはホール素子 1 4 3 が、外側には可動磁石 1 4 4, 1 4 5 と第 3 のステータ 1 4 6 a とが配置される。可動

磁石 1 4 4, 1 4 5 と第 3 のステータ 1 4 6 a とは、ともにロータ 1 4 6 に固定され、ロータの回転によって第 1、第 2 ステータの円弧の若干外側を隙間を介して回転自在である。

ロータ 1 4 6 は、その一方に形成された中空結合部 1 4 6 c をケース 5 の突起部 1 4 0 a に嵌合してケース 1 4 0 に回転自在に支持され、他方は、ロータリセンサの取り付け相手のボディ 1 4 9 から突出したシャフト 1 4 8 に支持される。図 5 (b) に示すように、シャフト 1 4 8 の先端には切欠部 1 4 8 a があり、ロータ 1 4 6 に形成された切欠部 1 4 6 b と重なって回り止めとなっている。

10 シャフト 1 4 8 が軸 a を中心に回転すると、可動磁石 1 4 4, 1 4 5 が円弧上を移動し、ホール素子 1 4 3 を通過する磁束が変化するので、シャフト 1 4 8 の回転角を測定できることになる。

ロータ 1 4 6 の嵌合部に、可動磁石 1 4 4, 1 4 5 の吸引方向のガタツキが生じた場合、可動磁石 1 4 4, 1 4 5 が第 1、第 2 ステータ 1 4 1, 1 4 2 を吸引して、ガタツキの一方に寄せることでガタツキを吸収する。

ロータ 1 4 6 が吸引方向と直角方向にずれた場合、これは軸 a の方向のずれであるが、可動磁石 1 4 4, 1 4 5 と第 1、第 2 ステータ 1 4 1, 1 4 2 の位相が一致するように（中心が一致するように）規制され、スラスト方向のずれも吸収される。

したがって、上記のずれやガタツキにより出力精度への影響が小さくなり、作動ヒステリシスも殆ど無い。

すなわち、図 4 及び図 5 の実施例では、ロータと可動磁石との間に振動による外力が作用した場合でも、上述したように、ロータは常に一定 25 の位置に自動的に復帰するので、振動の影響を受けにくい。また、振動の影響がロータの軸受部に加わらないので、摩耗も少なくなる。

図6は、本発明の非接触式ポジションセンサの変位量と出力の関係を
示す線図である。縦軸にホール素子の出力をとり、横軸には、リニアセ
ンサの場合は、移動長さ、ロータリセンサの場合は角度をとる。本発明
の非接触式ポジションセンサは、左右対称形状としているので、中心か
5 らある範囲内では、図6に示すように、磁力の変化と、角度や長さの変
位との間には、直線的な関係がある。この直線部分が測定可能領域とな
る。そこで、実際のセンサでは、角度や長さの変位をこの中心付近の直
線部分内に納まるように設計するが、そのとき、この直線の勾配 $\tan \alpha$
10 がセンサの感度を表わすことになる。一般に、可動磁石の長さを長くす
ると、感度が向上するが、ステータの形状も可動磁石に合わせて大きく
しなければ効果的ではない。

図7は本発明のリニア型非接触式ポジションセンサで、最も感度が良
くなる実施例を示す。すなわち、最も感度の良いステータと可動磁石の
寸法と位置関係を示す実施例である。基本的な構成は図1に記載したも
15 のと同じとなっているが、磁石対向辺や可動磁石の長さが長くなってい
ることに特徴がある。

第1ステータの2つの磁石対向辺の長さを $S a 1$ 、 $S a 2$ 、第2ステ
ータの磁石対向辺の長さを $S a 3$ とし、2つの可動磁石の長さをそれぞ
れ $M a 1$ と $M a 2$ とする。可動磁石間の隙間を $G a 1$ 、一直線に並んだ
20 3つの磁石対向辺間の隙間を $G a 2$ 、 $G a 3$ とする。可動磁石のストロ
ークを中心から片側に L ずつ、計 $2L$ とする。

以下に、最も感度が良くなる各部の寸法、位置関係について、説明す
る。まず、可動磁石の長さ $M a 1$ と $M a 2$ との関係であるが、図8に示
すように、 $M a 1 = M a 2$ 付近が良い。

25 すなわち、図8(a)は $M a 1 = M a 2$ のときで、リニアリティは0
で直線性が確保できる。しかし、(b)に示すように $M a 1 > M a 2$ の場

合や、(c)に示すように、 $Ma_1 < Ma_2$ の場合は、変位量と電圧との間のリニアリティが悪化する。

次に、可動磁石の長さ Ma_1 とストローク L との関係であるが、 $Ma_1 = 2L$ 付近が良く、特に、 $Ma_1 = 2L - Ga_1$ 付近が効率の良い長さである。仮に、 $Ma_1 < 2L$ の場合、図9の一点鎖線に示すように、ストローク $2L$ 内で、リニアリティが悪化する。 $Ma_1 > 2L$ の場合は、リニアリティへの影響はないが、作動ストロークに対して不要な長さとなり、無駄である。

図10はクリアランス Ga_2 、 Ga_3 とリニアリティとの関連を示す図である。同図(a)に示すように $Ga_2 = Ga_3$ 付近の場合のリニアリティは良好なのに対し、(b)、(c)に示すように $Ga_2 < Ga_3$ や $Ga_2 > Ga_3$ の場合は、いずれもリニアリティが悪化する。

次に、ホール素子が挿入される第1、第2ステータのクリアランス T と Ga_2 、 Ga_3 の関係であるが、 $T < Ga_2 = Ga_3$ のときがリニアリティが良いが、図11(a)に示すように、 $T = Ga_2 = Ga_3$ 付近のとき特に効率が良い。 $T > Ga_2 = Ga_3$ のときは、磁束のショートカットが起きて、図11(b)に示すように、リニアリティが悪化する。

3つのクリアランス Ga_1 、 Ga_2 、 Ga_3 の関係であるが、図12(a)に示すように、 $Ga_1 = Ga_2 = Ga_3$ 付近のとき、リニアリティが最も良くなり、 $Ga_1 > Ga_2 = Ga_3$ のときは、図12(b)のような傾向があり、 $Ga_1 < Ga_2 = Ga_3$ のときは図12(c)のようになって、いずれもリニアリティが悪化する。

第2ステータの長さ Sa_3 と、可動磁石の長さ Ma_1 との関係は、図13(a)、(b)に示す通りである。すなわち、 $Sa_3 < Ma_1 = 2L - Ga_1$ の場合、(a)の一点鎖線で示すように、ストローク $2L$ の範囲内でのリニアリティが悪化し、 $Sa_3 > Ma_1 = 2L - Ga_1$ の場合は、

(b) に示すように、計測可能な範囲 W は $2L$ 以上に広がるが、リニアリティは悪化している。したがって、

$Sa3 = Ma1 = 2L - Ga1$ 付近が最も良好である。

第1ステータの磁石対向辺の長さ $Sa1$, $Sa2$ と、第2ステータの
5 磁石対向辺 $Sa3$ と、ストローク $2L$ との関係は、図14に示す通りである。同図の実線は、 $Sa1 = Sa2 = Sa3$ の場合で、 $2L$ の範囲全体でリニアリティが良好である。これに対し、 $Sa1 < Sa2$ の場合は、 $-L$ 側でのリニアリティが悪化し、 $Sa2 < Sa3$ の場合は、 $+L$ 側でのリニアリティが悪化する。

10 以上から、最も感度の良いセンサの条件は、ストロークを $2L$ として、
ほぼ

① 2つの可動磁石の長さ $Ma1$, $Ma2$ は、可動磁石間の隙間を $Ga1$ として、 $Ma1 = Ma2 = 2L - Ga1$

② 第2ステータの長さ $Sa3 = Ma1 = 2L - Ga1$

15 ③ 第1ステータの長さ $Sa3 \times 3 + Ga2 \times 2$ ($Sa1 = Sa2 = Sa3$) $\geq 6L - Ga1$

④ 隙間の幅は、 $Ga1 = Ga2 = Ga3$

の関係が成り立つこととなる。

図15は、最もコンパクトにできるリニア型非接触式ポジションセン
20 サの構成を示す図である。基本的な構成は図7に記載したものと同じであるが、磁石対向辺の長さや、可動磁石の長さが異なっている。

第1ステータの2つの磁石対向辺の長さを $Sb1$, $Sb2$ 、第2ステータの磁石対向辺の長さを $Sb3$ とし、2つの可動磁石の長さをそれぞれ $Mb1$ と $Mb2$ とする。可動磁石間の隙間を $Gb1$ 、一直線に並んだ
25 3つの磁石対向辺間の隙間を $Gb2$, $Gb3$ とする。可動磁石のストロークは中心から片側に L ずつ、計 $2L$ である。

以下に、最もコンパクトになる各部の寸法、位置関係について、可動磁石の長さとしニアリティの関係から説明する。

図16に示すように、可動磁石の長さ $Mb1$ と $Mb2$ とは、 $Mb1 = Mb2$ 付近が良い。特に、 $Mb1 = Mb2 = L$ 付近が良く、特に、 $Mb1 = Mb2 = L - (Gb1 / 2)$ 付近が効率の良い長さである。仮に、 $Mb1 < L$ では、図16のように、作動ストローク $2L$ の範囲で磁力のニアリティが悪化する。また、 $Mb1 > L$ では作動ストロークに対して不要な長さであり、無駄となる。

図17は隙間 $Gb2$ 、 $Gb3$ に関するものである。(a)は $Gb2 = Gb3$ のときで、ニアリティが良好である。さらには、 $Gb1 = Gb2 = Gb3$ の付近が最も良好である。(b)は $Gb2 < Gb3$ で、(c)は $Gb2 > Gb3$ の場合で、共に、ニアリティが悪化している。

ホール素子が挿入される第1、第2ステータのクリアランス T と $Gb2$ 、 $Gb3$ の関係であるが、図11で説明したのと同様の理由から、 $T < Gb2 = Gb3$ 付近のときが良い。

隙間についても、図12で説明したのと同様の理由から、 $Gb1 = Gb2 = Gb3$ 付近のときがニアリティが最も良くなる。

図18は第2ステータの長さ $Sb3$ と、可動磁石の長さ $Mb1$ 及びストローク L との関係を示す図である。図18(a)の実線は $Sb3 = Mb1 \times 2 = 2L - Gb1$ の時で、ニアリティは作動長さ $2L$ の全体で確保されている。しかし、 $Sb3 < Mb1 \times 2 = 2L - Gb1$ の場合は、一点鎖線で示すように、 $2L$ の両端において、ニアリティが悪化している。 $Sb3 > Mb1 \times 2 = 2L - Gb1$ の場合は、図18(b)に示すように計測範囲 W は広がるが、ニアリティは悪化している。

磁石対向辺の長さ $Sb1$ 、 $Sb2$ 、 $Sb3$ は、図19の実線に示すように、 $Sb1 = Sb2 = Sb3 / 2$ が最も効率が良い。したがって、第

1 ステータの長さは、 $Sb3 \times 2 + Gb2 \times 2$ が良く、 $Sb1 < Sb3 / 2$ や、 $Sb2 < Sb3 / 2$ の場合は、図19の一点鎖線や点線で示すようにリニアリティが悪化する。 $Sb1 = Sb2 > Sb3 / 2$ でも良いが、全長が長くなるだけ無駄であり、コンパクト化に反することになる。

5 したがって、第1ステータの長さは、

$$\text{第1ステータ長さ} \geq 2(2L - Gb1) + Gb1 \times 2 \geq 4L$$

となる。

以上から最もコンパクトなりニアセンサは、ストロークを $2L$ として、
 ほぼ

10 ① 2つの可動磁石の長さ $Mb1$ 、 $Mb2$ は、可動磁石間の隙間を $Gb1$ として、 $Mb1 = Mb2 = L - Gb1 / 2$

② 第2ステータの長さ $Sb3 = 2Mb1 = 2L - Gb1$

③ 第1ステータの長さ $Sb3 \times 2 + Gb2 \times 2$ ($Sb1 = Sb2 = Sb3 / 2$) $\geq 4L$

15 ④ 隙間の幅は、 $Gb1 = Gb2 = Gb3$

の関係が成り立つこととなる。

同一のストローク L に対して、図7のリニアセンサと、図15のリニアセンサとの第1ステータの長さは、図7のリニアセンサでは $6L - Ga1$ で、図15では、 $4L$ となり、図7の方がほぼ50%長くなる。

20 図7のリニアセンサと図15のリニアセンサとを比較すると、図7の方が約2倍の感度となっている。これについて、図20と図21で説明する。

図20は図7のリニアセンサの磁気回路の形成状況を説明する図である。この図に示すように図7のリニアセンサでは磁石が中央にある(b)のとき、内回りと外回りの2つの磁気回路が形成される。磁石が右又は
 25 左に移動すると、(a)，(c)に示すように、4つの磁気回路が形成され

る。

これに対し、図15のコンパクトなリニアセンサでは、図21に示すように、磁石が中央にある(b)のとき、1つの磁気回路しか形成されない。また、磁石が右又は左に移動すると、(a), (c)に示すように、

- 5 2つの磁気回路が形成され、結局、図20の場合の半分の磁気回路しか形成されないためである。

図22は、図7のリニアセンサに対応するロータリセンサで、最も感度の良いロータリセンサを示す。リニアセンサでは各部の大きさを長さで表したが、ここでは中心角で表している。すなわち、ストロークを 2θ ($\pm\theta$) 可動磁石の長さを $M\theta a 1$, $M\theta a 2$ 、第1、第2ステータの磁石対向辺の長さをそれぞれ $S\theta a 1$, $S\theta a 2$, $S\theta a 3$ 、隙間の間隔を $G\theta a 1$, $G\theta a 2$, $G\theta a 3$ と表している。そして、これらの間には、図7のセンサについて、図8から図14 (図11は除く) で説明したことが全て該当する。

- 15 したがって、最も感度の高いロータリセンサの条件は、ほぼ

① 2つの可動磁石の長さ $M\theta a 1$, $M\theta a 2$ は、可動磁石間の隙間を $G\theta a 1$

として、 $M\theta a 1 = M\theta a 2 = 2\theta - G\theta a 1$

② 第2ステータの長さ $S\theta a 3 = M\theta a 1 = 2\theta - G\theta a 1$

- 20 ③ 第1ステータの長さ $S\theta a 3 \times 3 + G\theta a 2 \times 2$ ($S\theta a 1 = S\theta a 2 = S\theta a 3$) $\geq 6\theta - G\theta a 1$

④ 隙間の幅は、 $G\theta a 1 = G\theta a 2 = G\theta a 3$

の関係が成り立つこととなる。

図23は、図15のリニアセンサに対応するロータリセンサで、最も
25 コンパクトな構成のものである。ここでも各部の大きさを角度で表している。すなわち、ストロークを 2θ ($\pm\theta$) 可動磁石の長さを $M\theta b 1$,

$M\theta b 2$ 、第1、第2ステータの長さを $S\theta b 1$ 、 $S\theta b 2$ 、隙間の間隔を $G\theta b 1$ 、 $G\theta b 2$ 、 $G\theta b 3$ と表している。そして、これらの中には、図15のセンサについて、図16から図19で説明したことが全て該当する。

5 したがって、最もコンパクトなロータリセンサは、ストロークを 2θ として、ほぼ

① 2つの可動磁石の長さ $M\theta b 1$ 、 $M\theta b 2$ は、可動磁石間の隙間を $G\theta b 1$

として、 $M\theta b 1 = M\theta b 2 = 2\theta - G\theta b 1$

10 ② 第2ステータの長さ $S\theta b 3 = 2M\theta b 1 = 2\theta - G\theta b 1$

③ 第1ステータの長さ $S\theta b 3 \times 2 + G\theta b 2 \times 2$ ($S\theta b 1 = S\theta b 2 = S\theta b 3 / 2$) $\geq 4\theta$

④ 隙間の幅は、 $G\theta b 1 = G\theta b 2 = G\theta b 3$

の関係が成り立つこととなる。

15 図22のロータリセンサと図23のロータリセンサとを比較すると、図22の方が約2倍の感度となる。これについて、図24と図25で説明する。

図24は図22のロータリセンサの磁気回路の形成状況を説明する図である。この図に示すように図22のロータリセンサでは磁石が中央にある(b)のとき、内回りと外回りの磁気回路が形成される。磁石が右
20 又は左に回転すると、(a)、(c)に示すように、4つの磁気回路が形成される。

これに対し、図23のコンパクトなロータリセンサでは、図25に示すように、磁石が中央にある(b)のとき、1つの磁気回路しか形成され
25 ない。また、磁石が右又は左に回転すると、(a)、(c)に示すように、2つの磁気回路が形成され、結局図24の場合の半分の磁気回路しか形

成されないためである。

産業上の利用可能性

以上に説明したように本発明の非接触式ポジションセンサは、2つの
5 磁石対向辺を有する第1ステータと、上記2つの磁石対向辺を結ぶ軌跡
上に1つの磁石対向辺を有する第2ステータと、上記第1、第2ステータ間に設けられたホール素子と、上記3つの磁石対向辺と対向するように上記軌跡に沿って移動自在であるとともに上記軌跡の方向に隣接配置された2つの磁石と、を有する構成としたので、ロータリセンサに適用
10 した場合は、任意の使用角度を設定でき、リニアセンサに適用した場合は、磁石の厚さを厚くしても漏れ磁束が増加することのない非接触式ポジションセンサを得ることができる。

リニアセンサの場合、上記第1、第2ステータをケース内に収容するとともに、該ケース内に上記磁石と第1、第2ステータとの距離を一定
15 に保つ案内部と上記スライダを進退自在に支持する軸受部とを形成した構成なので、振動等でスライダや磁石が動いても一定の位置に戻ることができる。振動の影響も受けにくい非接触式ポジションセンサを得ることができる。

ロータリセンサの場合、上記第1、第2ステータをケース内に収容し、
20 該ケースのカバーにガイドピンを立設して該ガイドピンで第1ステータを貫通保持するとともに、第1ステータを貫通したガイドピンに上記ロータを回動自在に軸支させた構成とすれば、やはり、振動等によりロータや磁石が動いても一定の場所に復帰するようにできる。

また、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つ
25 の磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの磁石対向辺の長さ、第2ステータの磁石対向辺の長さ、磁石の長さ、磁石間の隙間、磁石対向辺

間の隙間を所定の関係にすることで、感度を最も良くしたり、構成を最もコンパクトなものにしたりすることができる。

請求の範囲

1. 2つの磁石対向辺を有する第1ステータと、上記2つの磁石対向5 辺を結ぶ軌跡上に1つの磁石対向辺を有する第2ステータと、上記第1、第2ステータ間に設けられたホール素子と、上記3つの磁石対向辺と対向するように上記軌跡に沿って移動自在であるとともに上記軌跡の方向に隣接配置された2つの磁石と、を有することを特徴とする非接触式ポジションセンサ。
- 10 2. 上記磁石が板状磁石であってスライダに保持され、該スライダが直線の軌跡に沿って進退可能であることを特徴とする請求項1記載の非接触式ポジションセンサ。
- 15 3. 上記磁石が湾曲した板状磁石であってロータに保持され、該ロータが円弧の軌跡に沿って回転可能であることを特徴とする請求項1記載の非接触式ポジションセンサ。
- 20 4. 請求項2記載の非接触式ポジションセンサにおいて、上記第1、第2ステータをケース内に収容するとともに、該ケース内に上記磁石と第1、第2ステータとの距離を一定に保つ案内部と上記スライダを進退自在に支持する軸受部とを形成したことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。
5. 上記案内部が、ケース内に形成されたレールと、スライダに設けられた1又は2以上のコロとを有することを特徴とする請求項4記載の非接触式ポジションセンサ。
- 25 6. 上記コロが上記2つの磁石の重心位置近くにあつて、スライダの進退方向と直交する方向に一对設けられていることを特徴とする請求項5記載の非接触式ポジションセンサ。

7. 請求項3記載の非接触式ポジションセンサにおいて、上記第1、第2ステータをケース内に收容し、該ケースのカバーにガイドピンを立設して該ガイドピンで第1ステータを貫通保持するとともに、第1ステータを貫通したガイドピンに上記ロータを回動自在に軸支させたことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

8. 請求項3記載の非接触式ポジションセンサにおいて、上記第1、第2ステータをケース内に收容し、上記ロータに中空結合部を形成し、上記ケースに上記ロータの中空結合部と嵌合する突起部を設けたことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

9. 上記第1、第2ステータの上記軌跡と直交する方向の幅と、上記可動磁石の軌跡と直交する方向の幅とがほぼ同じであることを特徴とする請求項4から8のいずれかに記載の非接触式ポジションセンサ。

10. 請求項2記載の非接触式ポジションセンサにおいて、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの磁石対向辺の長さを $S a 1$ 、 $S a 2$ 第2ステータの磁石対向辺の長さを $S a 3$ 、2つの磁石の長さを $M a 1$ 、 $M a 2$ 、磁石間の隙間を $G a 1$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G a 2$ 、 $G a 3$ とし、磁石のストロークを $2 L$ とした場合、ほぼ

$$M a 1 = M a 2 = 2 L - G a 1$$

$$G a 1 = G a 2 = G a 3$$

$$S a 1 = S a 2 = S a 3 = M a 1$$

の関係が成り立つことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

11. 請求項2記載の非接触式ポジションセンサにおいて、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの2つの磁石対向辺の長さを $S b 1$ 、 $S b 2$ 、第2ステータの磁石対向辺の長さを $S b 3$ 、2つの磁石の長さを M

b 1, M b 2、磁石間の隙間を G b 1、3つの磁石対向辺間の隙間を G b 2, G b 3とし、磁石のストロークを 2 Lとした場合、ほぼ

$$M b 1 = M b 2 = L - G b 1 / 2$$

$$G b 1 = G b 2 = G b 3$$

$$5 \quad S b 1 = S b 2 = S b 3 / 2 = M b 1$$

の関係が成り立つことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

1 2. 請求項 3 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、第 2 ステータの 1つの磁石対向辺の両側に第 1 ステータの 2つの磁石対向辺を対称に配置し、第 1 ステータの 2つの磁石対向辺の中心角を $S \theta a 1$,
10 $S \theta a 2$ 、第 2 ステータの磁石対向辺の中心角を $S \theta a 3$ 、2つの磁石の中心角を $M \theta a 1$, $M \theta a 2$ 、磁石間の隙間を $G \theta a 1$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G \theta a 2$, $G \theta a 3$ とし、磁石のストロークを 2θ とした場合、ほぼ

$$M \theta a 1 = M \theta a 2 = 2 \theta - G \theta a 1$$

$$15 \quad G \theta a 1 = G \theta a 2 = G \theta a 3$$

$$S \theta a 1 = S \theta a 2 = S \theta a 3 = M \theta a 1$$

の関係が成り立つことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

1 3. 請求項 3 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、第 2 ステータの 1つの磁石対向辺の両側に第 1 ステータの 2つの磁石対向辺を対称に配置し、第 1 ステータの 2つの磁石対向辺の中心角を $S \theta b 1$,
20 $S \theta b 2$ 、第 2 ステータの磁石対向辺の中心角を $S \theta b 3$ 、2つの磁石の中心角を $M \theta b 1$, $M \theta b 2$ 、磁石間の隙間を $G \theta b 1$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G \theta b 2$, $G \theta b 3$ とし、磁石のストロークを 2θ とした場合、ほぼ

$$25 \quad M \theta b 1 = M \theta b 2 = \theta - G \theta b 1 / 2$$

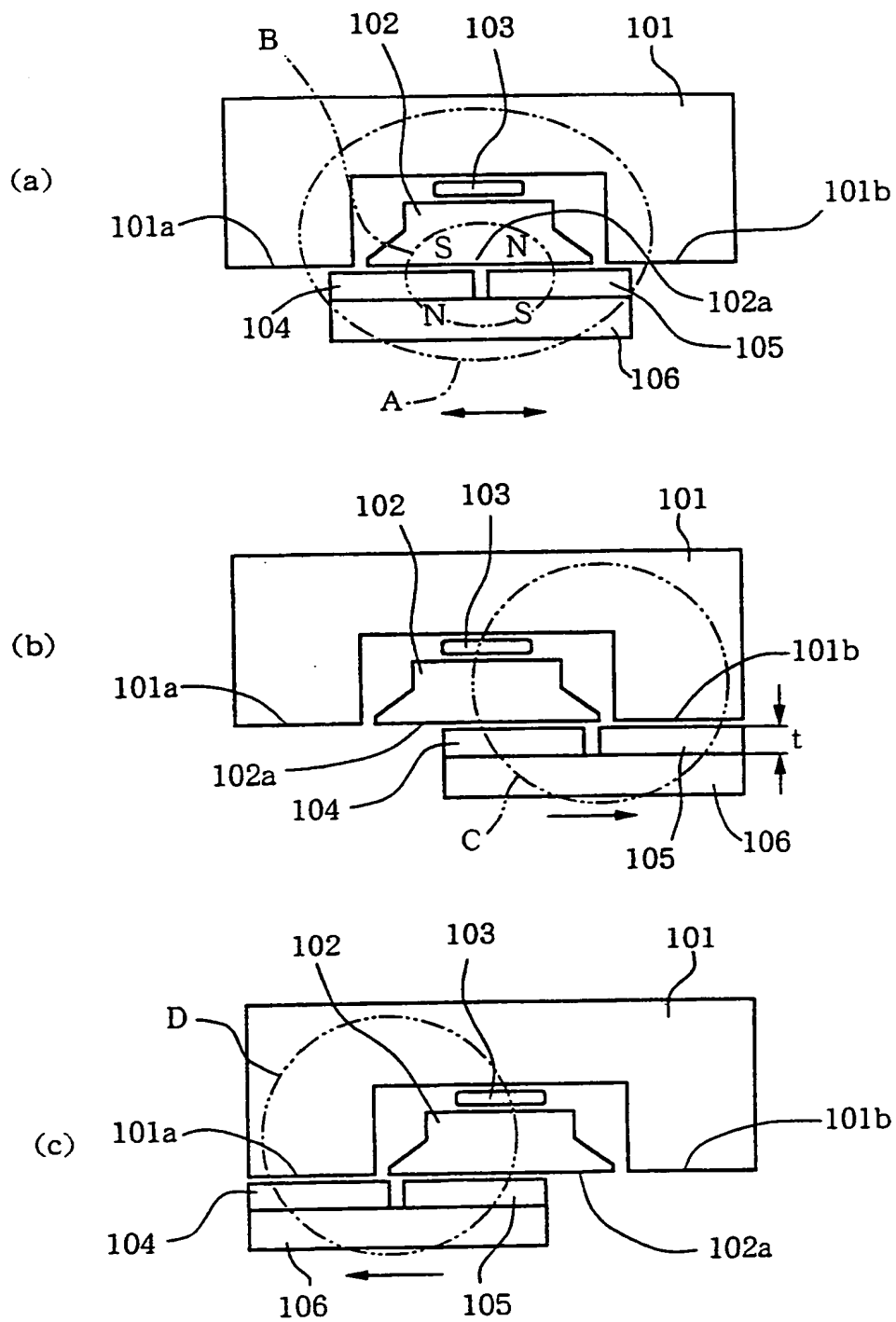
$$G \theta b 1 = G \theta b 2 = G \theta b 3$$

$$S \theta b 1 = S \theta b 2 = S \theta b 3 / 2 = M \theta b 1$$

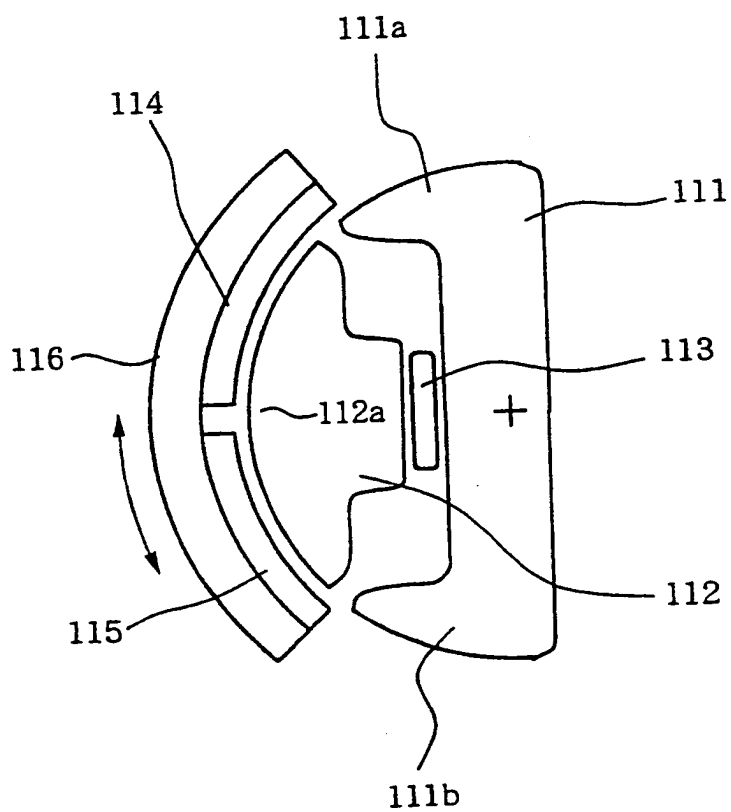
の関係が成り立つことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

14. 第1ステータと第2ステータ間のホール素子が挿入される隙間の間隔が、磁石間の隙間及び3つの磁石対向辺間の隙間とほぼ等しい
- 5 ことを特徴とする請求項10又は11に記載の非接触ポジションセンサ。

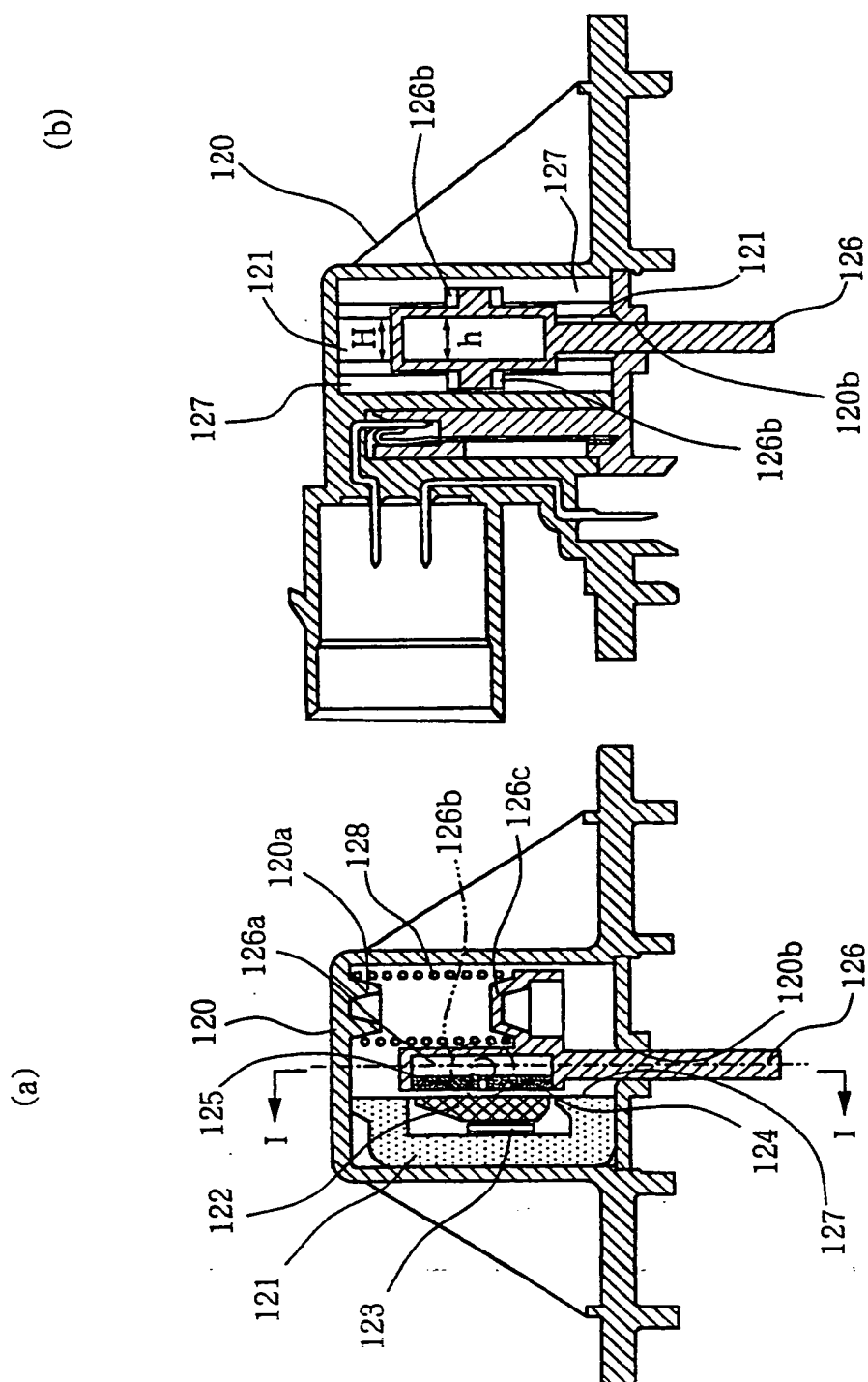
【図 1】



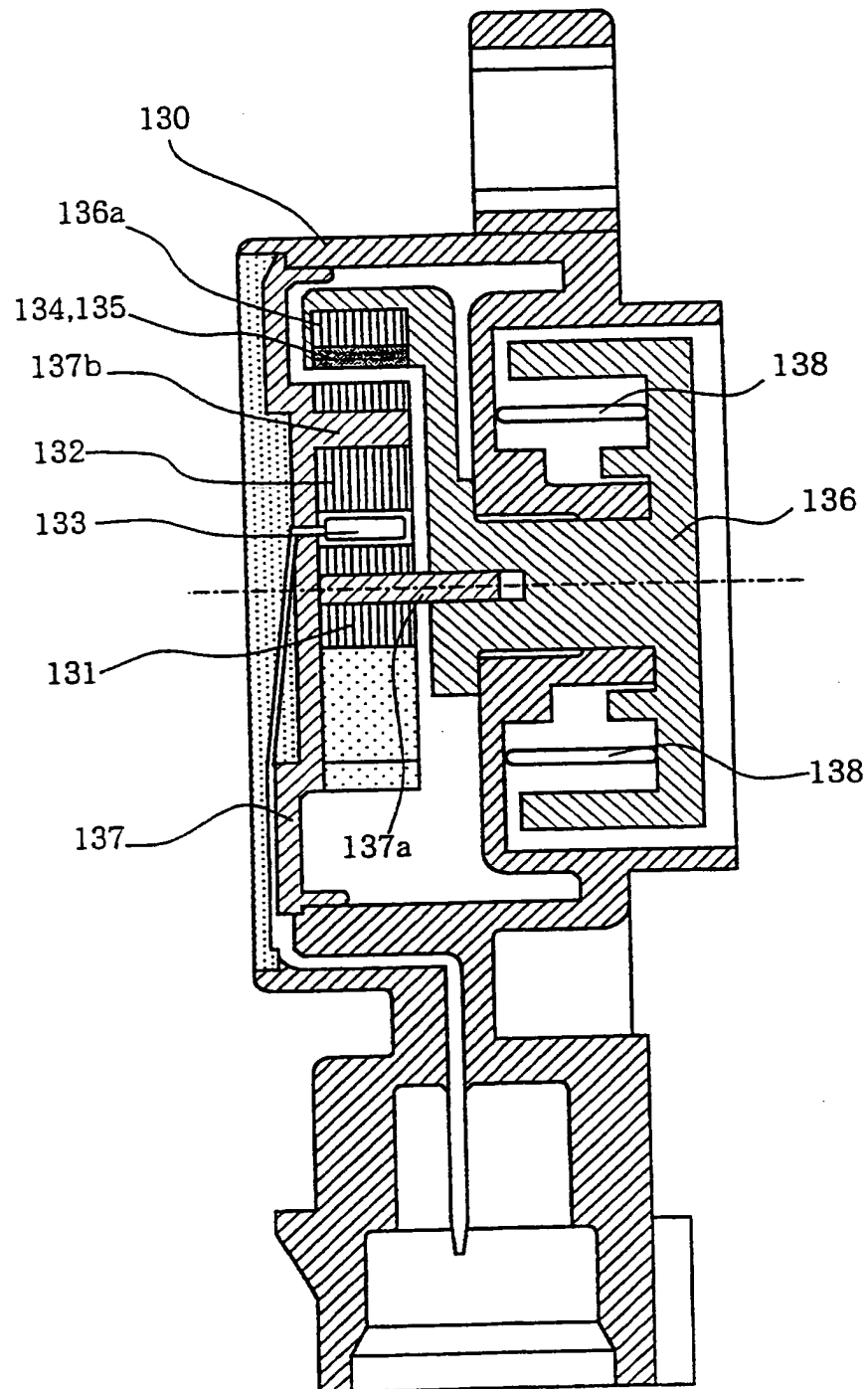
【図 2】



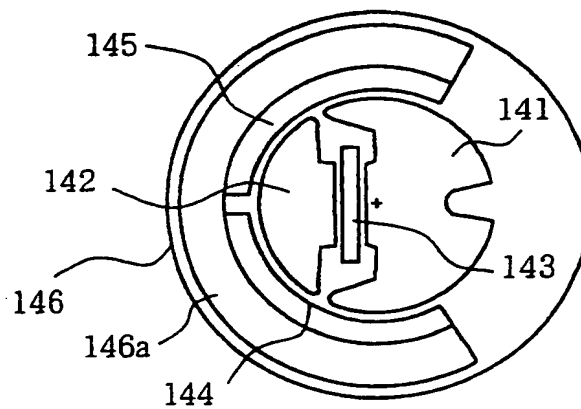
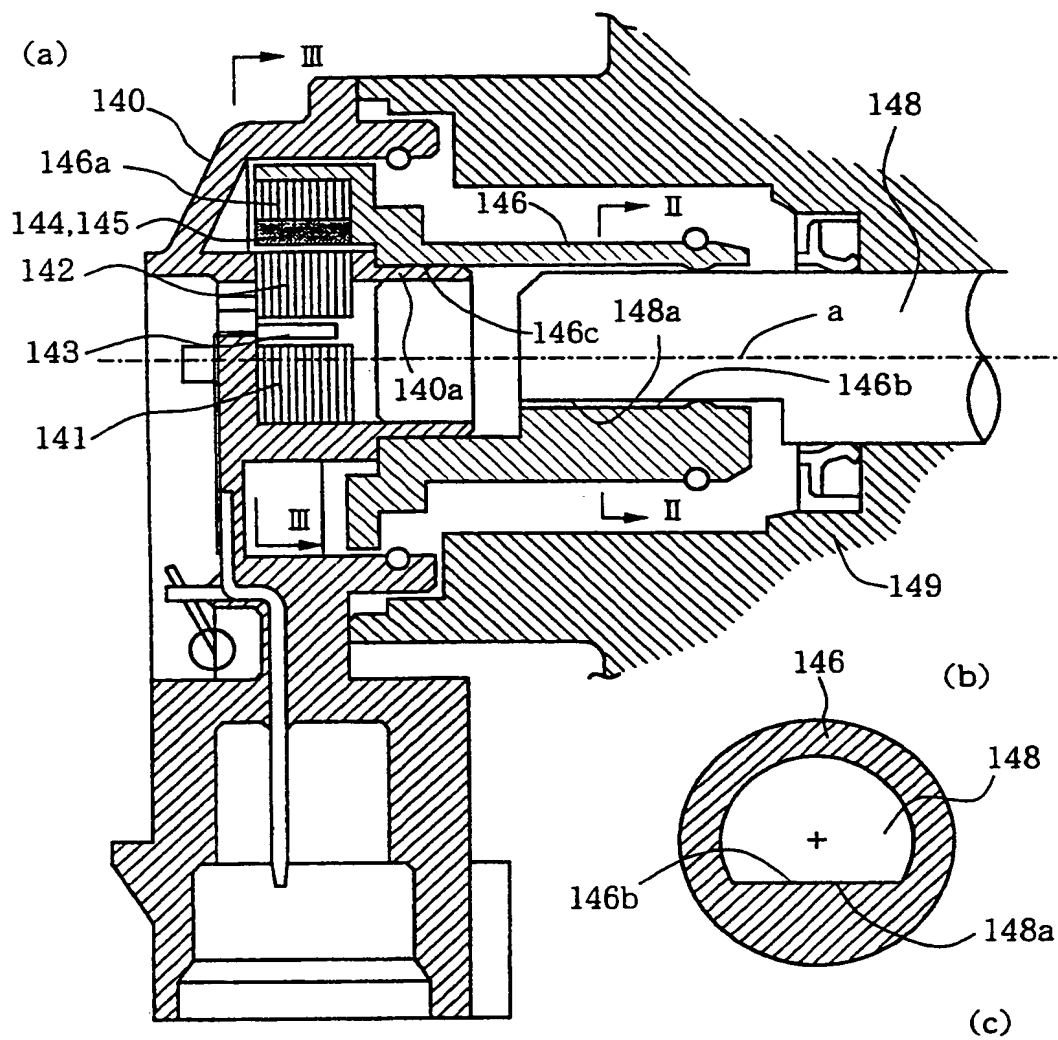
【図 3】



【図4】

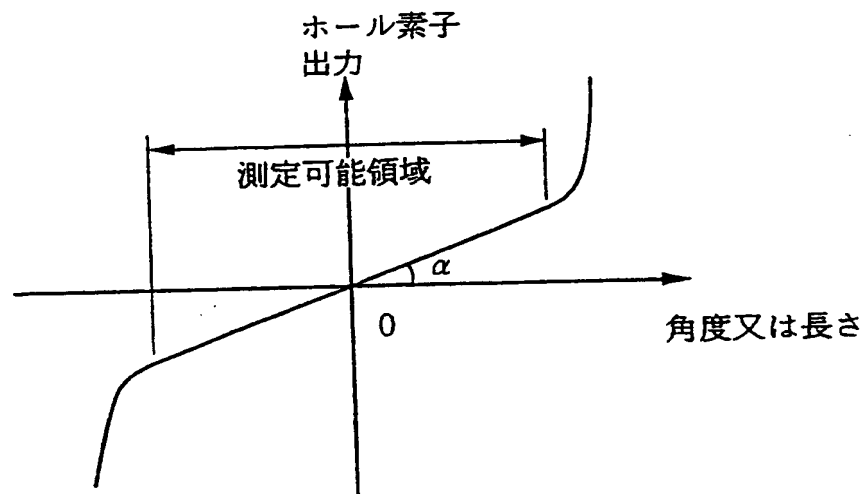


【図 5】

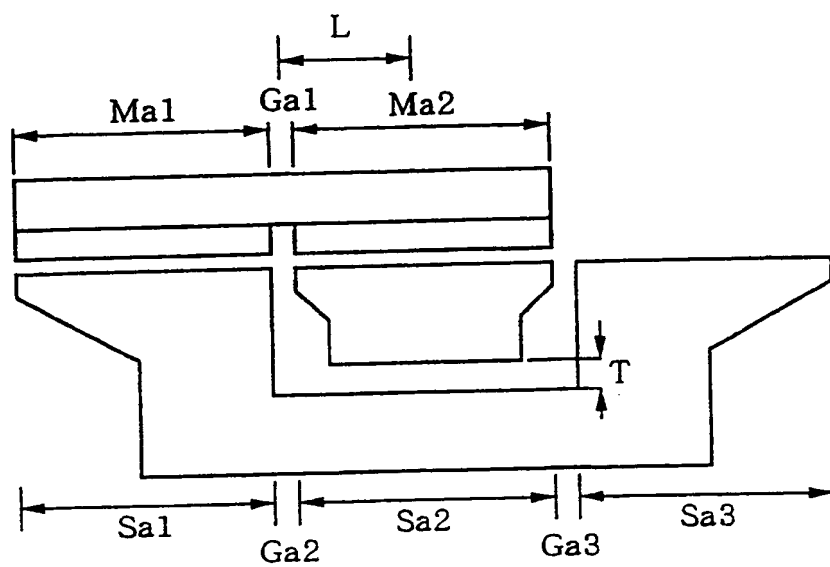


6/17

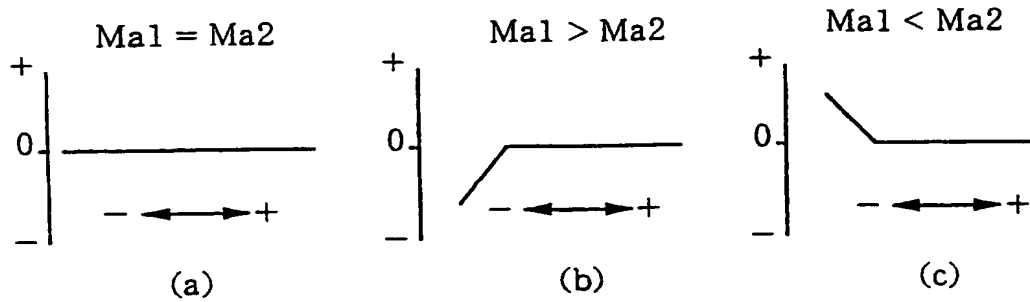
【図6】



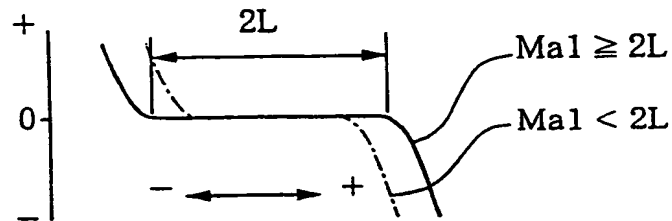
【図7】



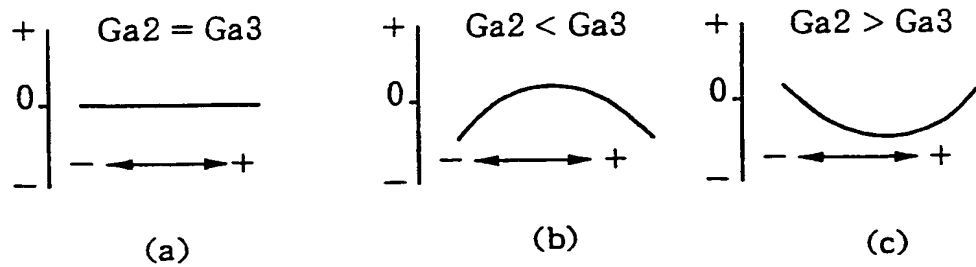
【図 8】



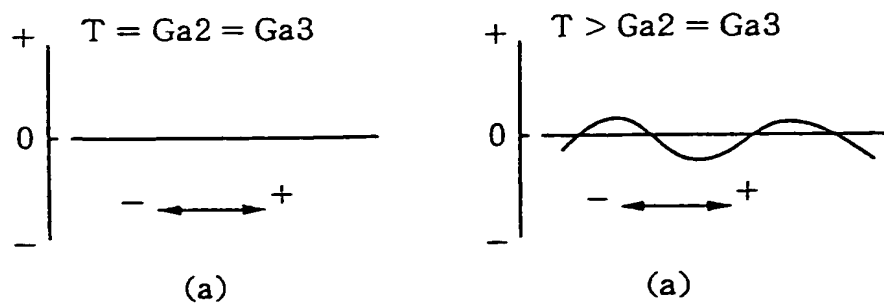
【図 9】



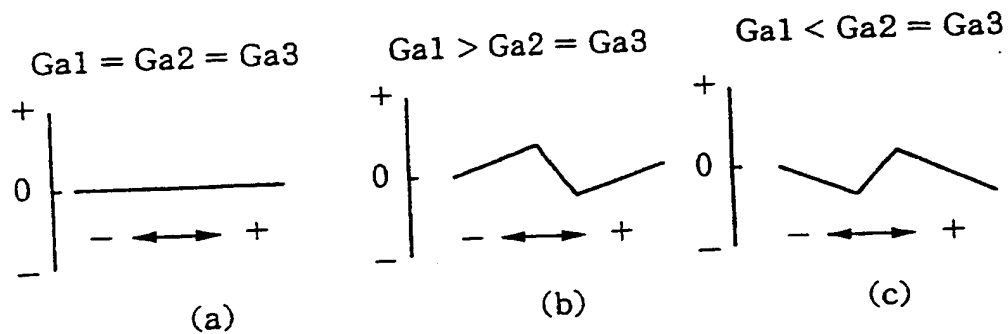
【図 10】



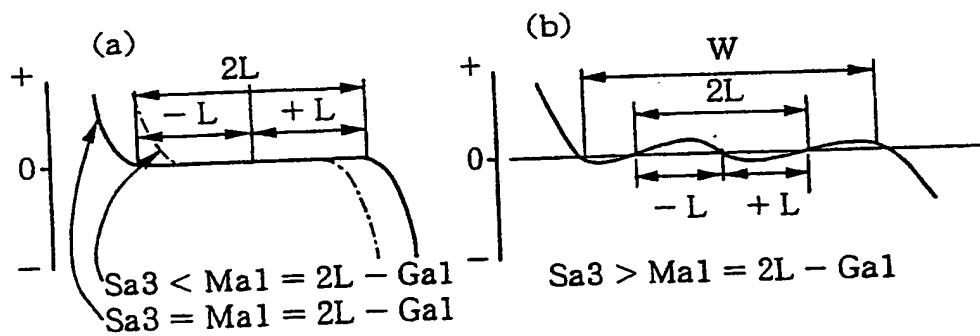
【図 11】



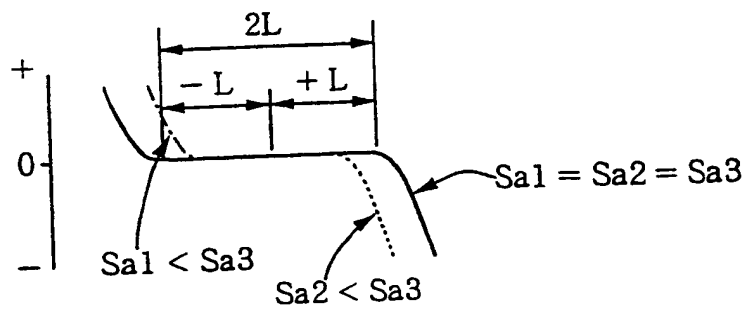
【図 12】



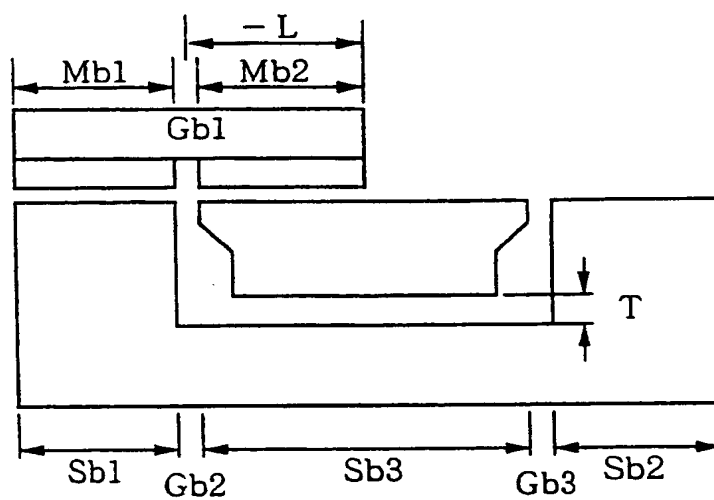
【図 13】



【図 14】

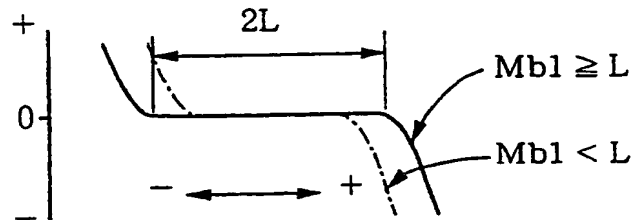


【図 15】

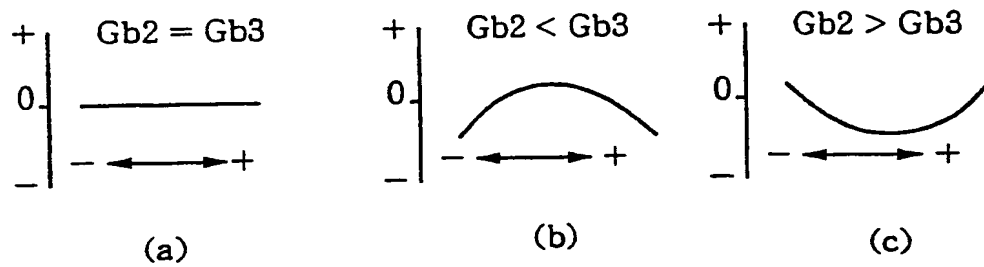


10/17

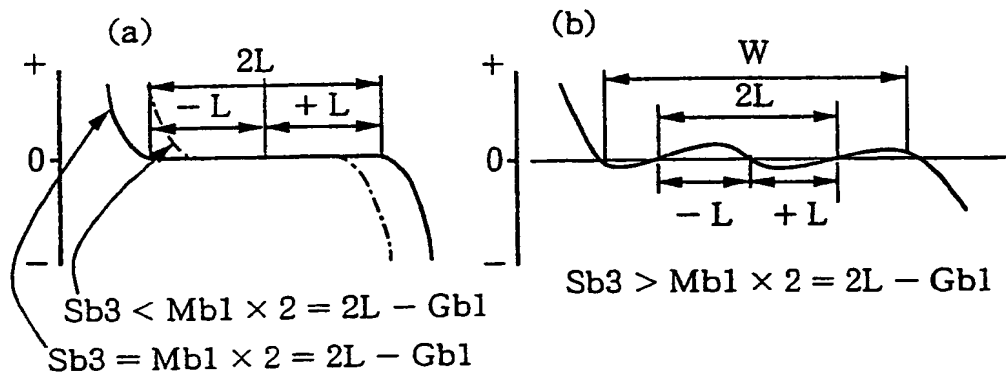
【図16】



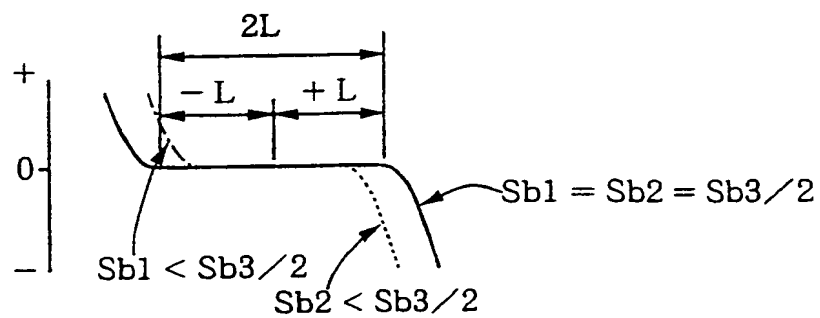
【図17】



【図18】

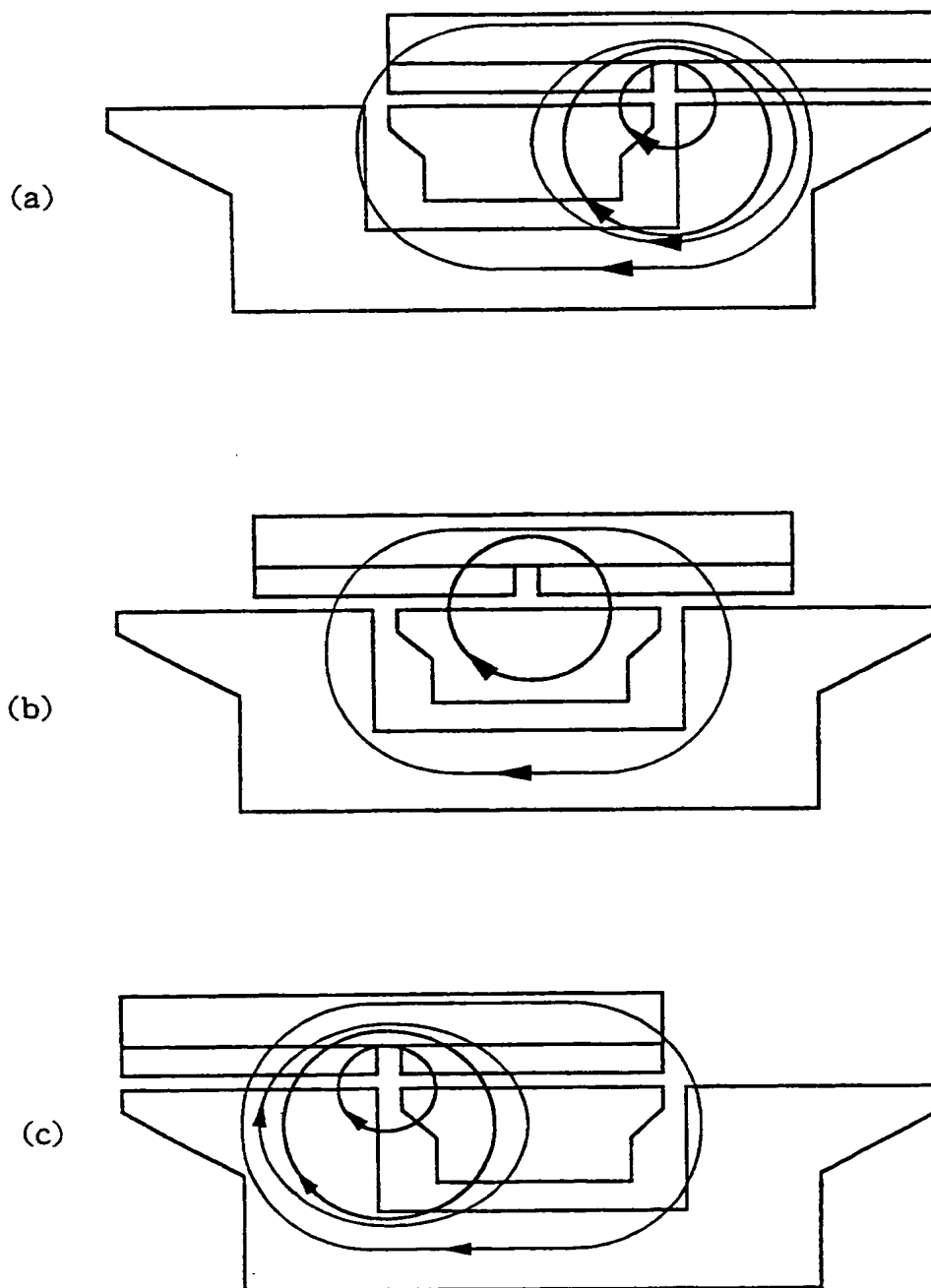


【図19】

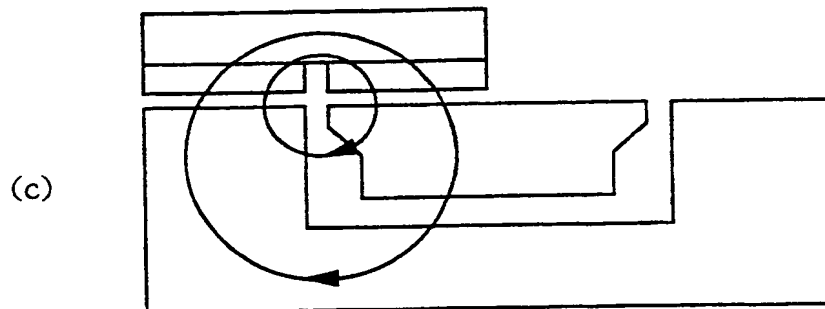
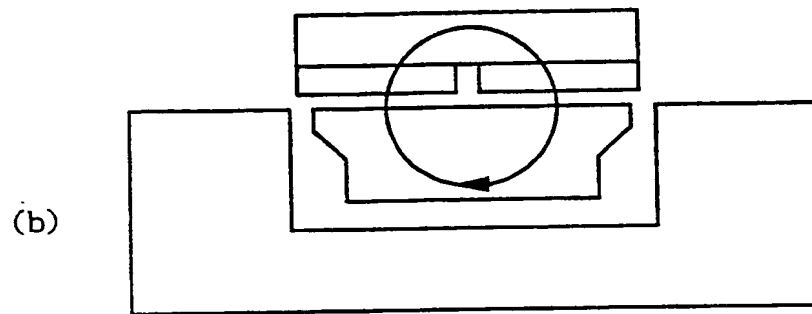
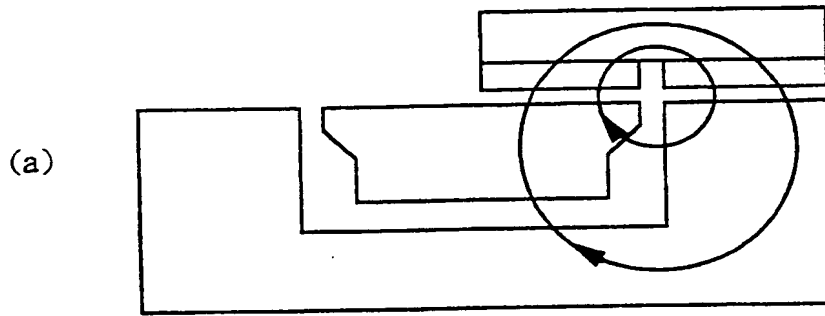


11/17

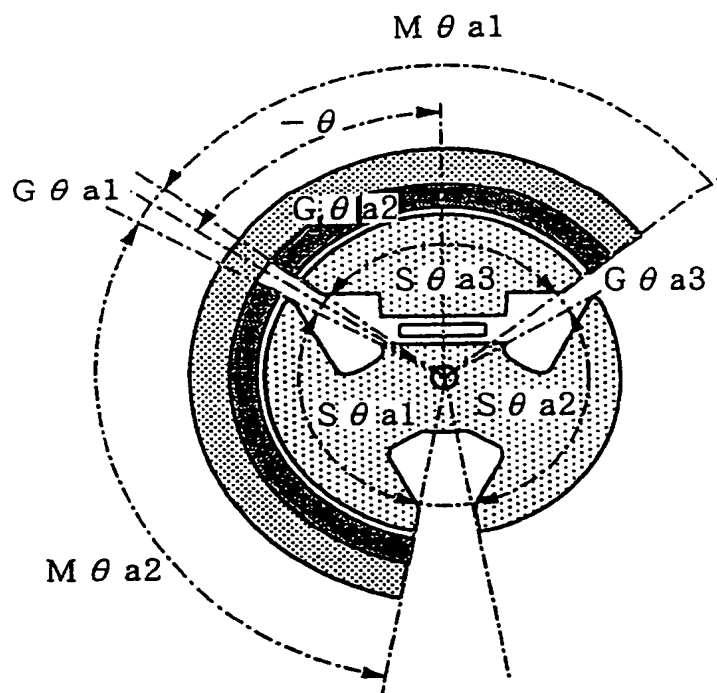
【図 20】



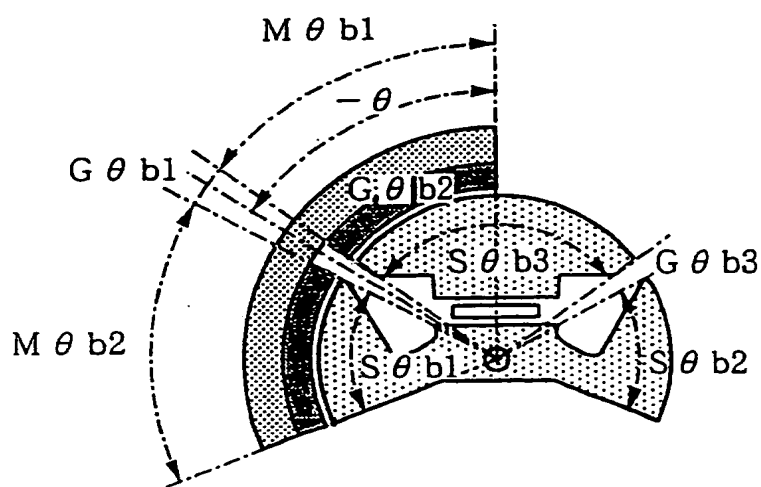
【図 21】



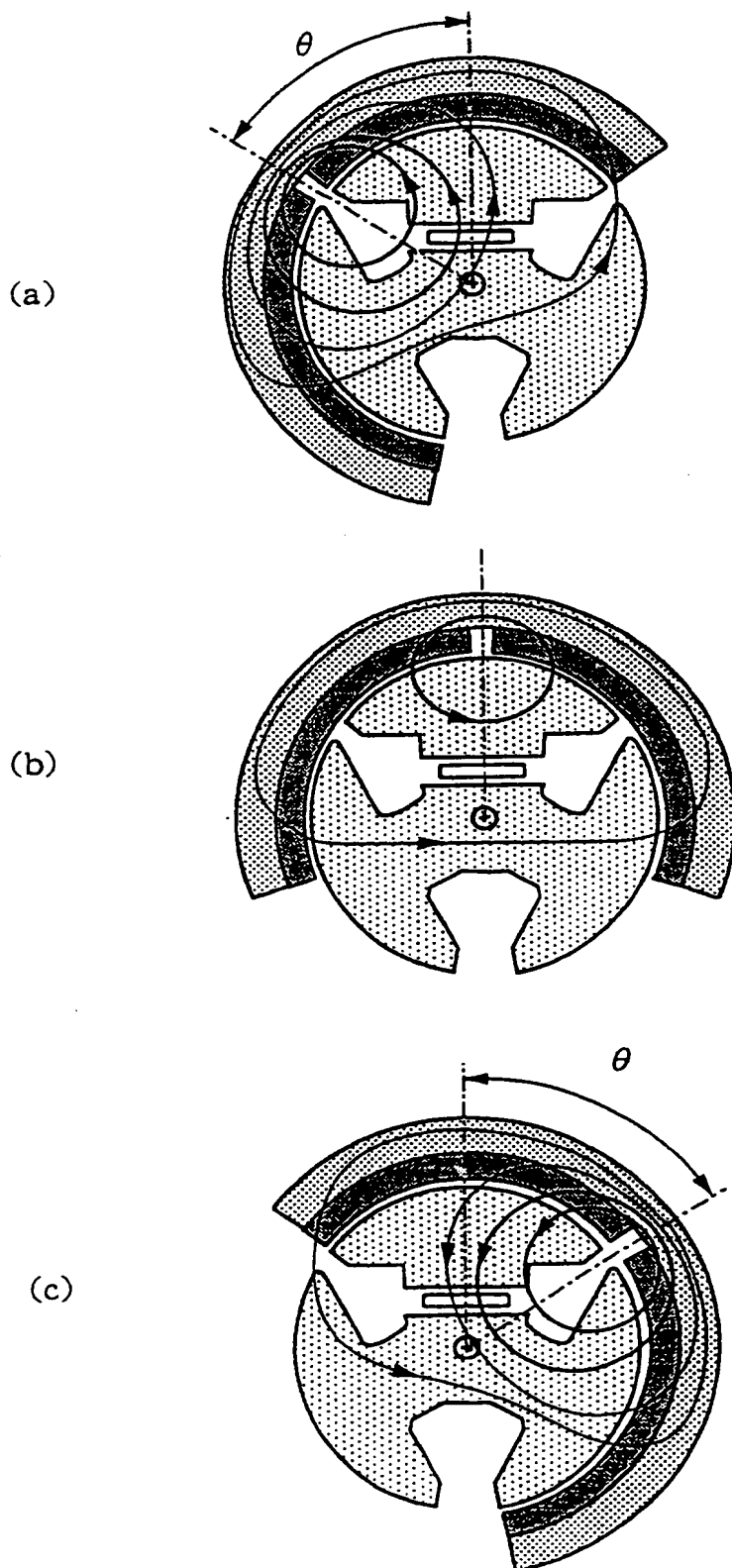
【図 22】



【図 23】

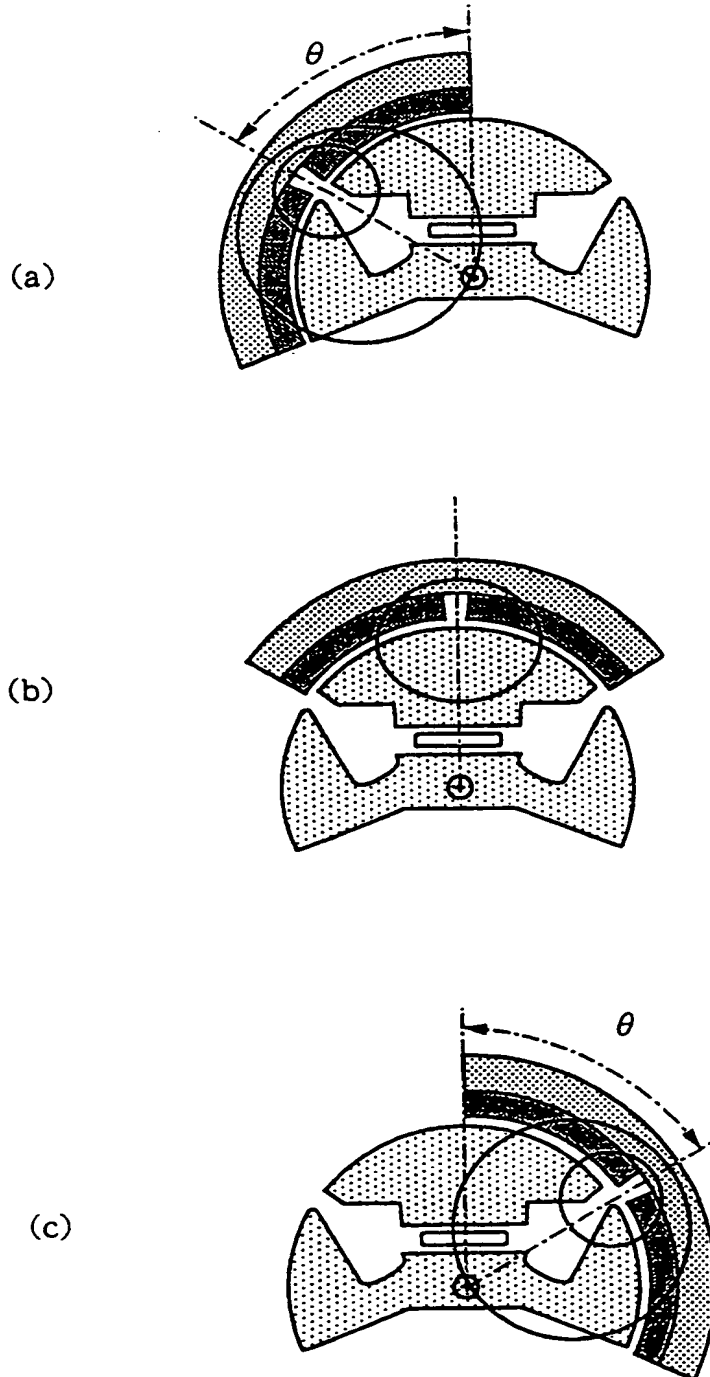


【図 24】

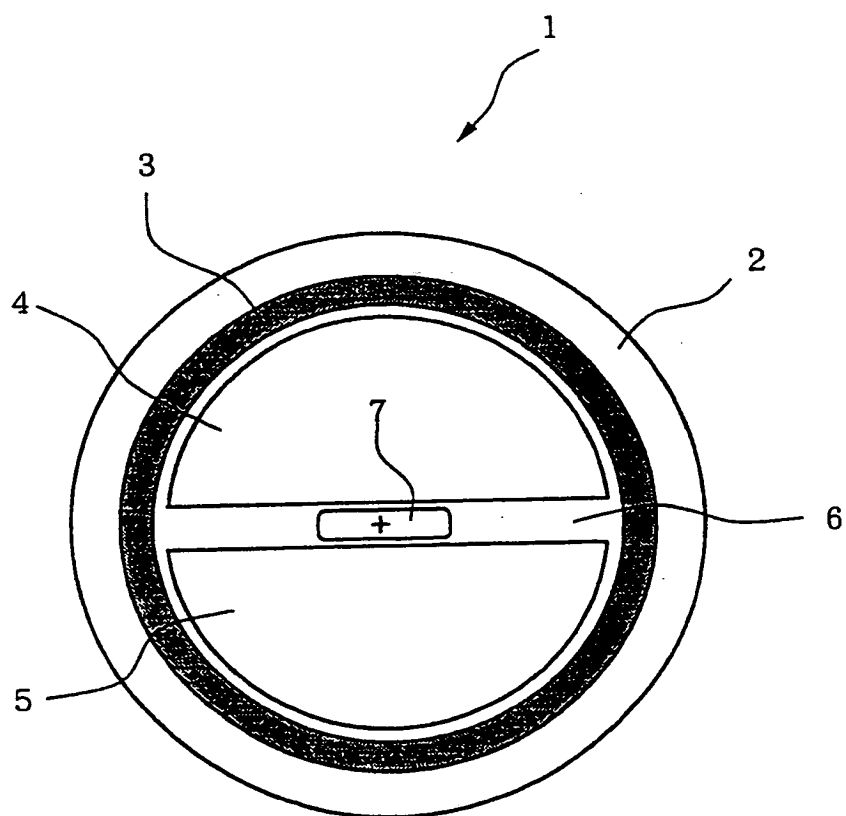


15/17

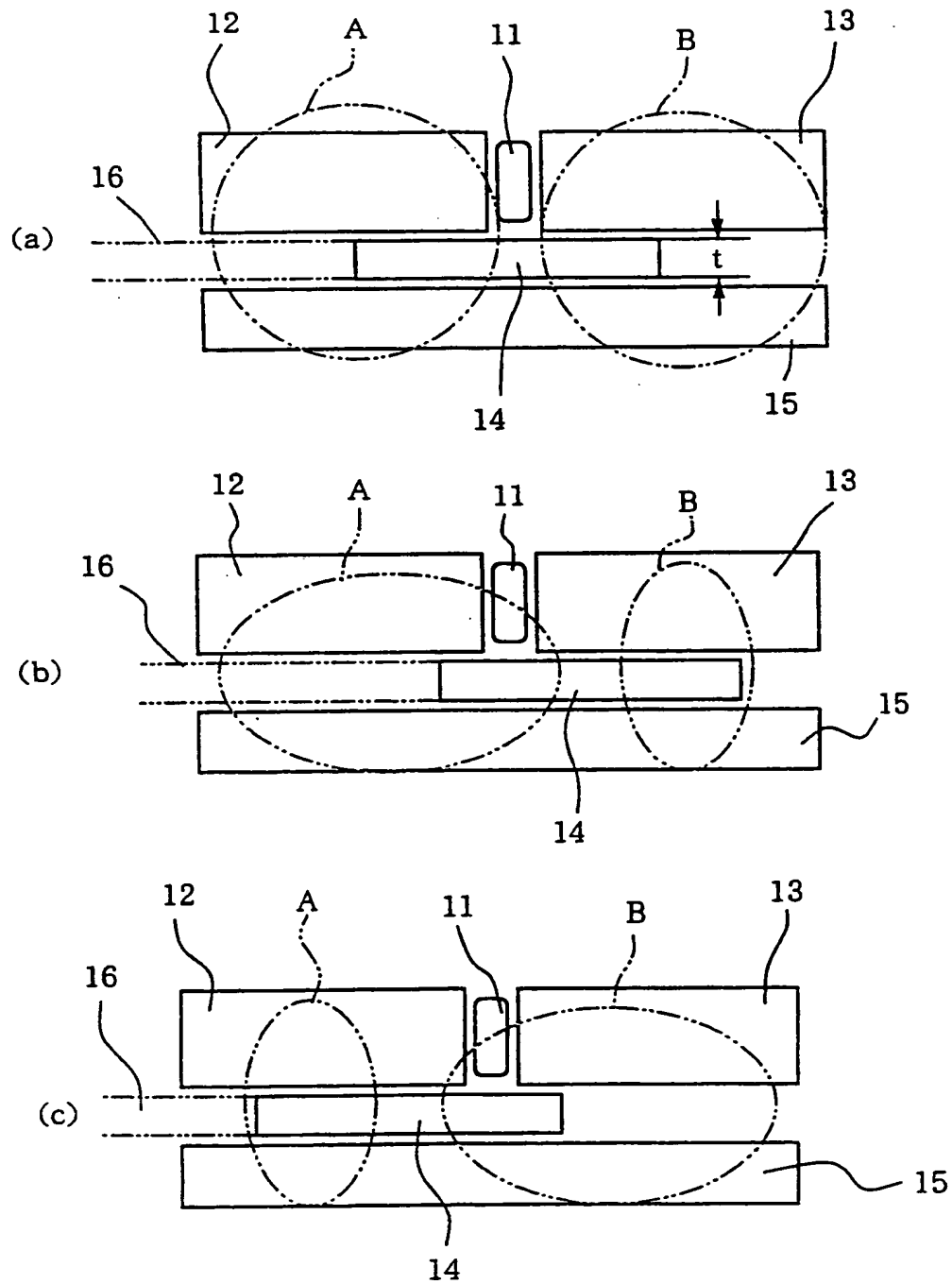
【図 25】



【図 26】



【図 27】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05842

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01B7/00, G01B7/30, G01D5/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01B7/00-7/34
G01D5/12-5/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP, 611951, A2 (KEARNEY-NATIONAL, INC.), 24 August, 1994 (24.08.94), Fig.15 & JP, 6-249608, A & US, 5444369, A1 & DE, 69409995, C	1, 3, 7-9, 12-13
A	JP, 9-14908, A (Mikuni Corp.), 17 January, 1997 (17.01.97), Fig. 6 (Family: none)	1, 3, 7-9, 12-13
A	JP, 8-285518, A (Mikuni Corp.), 01 November, 1996 (01.11.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-2, 4-6, 10-11, 14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 October, 2000 (05.10.00)

Date of mailing of the international search report
17 October, 2000 (17.10.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01B7/00, G01B7/30, G01D5/14

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01B7/00-7/34
G01D5/12-5/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP, 611951, A2 (KEARNEY-NATIONAL, INC.) 24. 8月. 1994 (24. 08. 94) Fig. 15 & JP, 6-249608, A & US, 5444369, A1 & DE, 69409995, C	1, 3, 7-9, 12-13
A	JP, 9-14908, A (株式会社ミクニ) 17. 1月. 1997 (17. 01. 97) 第6図 (ファミリーなし)	1, 3, 7-9, 12-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 10. 00

国際調査報告の発送日

17.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

有家 秀郎

2S

9402

電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 8-285518, A (株式会社ミクニ) 1. 11月. 1996 (01. 11. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-2, 4-6, 10-11, 14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (C)